



TITLE:

身体運動における主観と客観のずれ:対立から対応へ(第2回 京都大学基礎物理学研究所研究報告書『電磁波と生体への影響-作用機序の解明に向けて-』,研究会報告)

AUTHOR(S):

小田, 伸午

---

CITATION:

小田, 伸午. 身体運動における主観と客観のずれ:対立から対応へ(第2回 京都大学基礎物理学研究所研究報告書『電磁波と生体への影響-作用機序の解明に向けて-』,研究会報告). 物性研究 2005, 84(2): 241-251

ISSUE DATE:

2005-05-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/110173>

RIGHT:

## 身体運動における主観と客観のずれ ―対立から対応へ―

小田伸午

(京都大学大学院人間・環境学研究科)  
m54899@sakura.kudpc.kyoto-u.ac.jp

キーワード：スポーツ科学、スポーツ実践、主観と客観のずれ、対立と対応

### 1. 主観と客観

スポーツは「頭」で検討して、「感じ」で実践する。スポーツ科学者がスポーツ動作を研究するときには、選手の動作を外から観察して、種々の分析を経て、言語や数値で表現する。しかし、スポーツ選手が実際に運動を行なうときには、自分の中の感覚を用いる。言語や数値で表し得る客観的分析を基にした動作記述がスポーツ科学の世界である。一方、自己の感覚・感性・イメージなどを手掛りにして主観的に運動を実践するのが、スポーツ競技の世界である。

スポーツ動作を実践する場合には、客観的に理解したことを、そのまま動作感覚に直訳してしまうと、上手く行かないことが多々ある (1)。例えば陸上競技のスプリント（短距離走）の場合、バイオメカニクス研究者は、走者の脚の後方スイングに目をつけ、世界の一流スプリンターは、脚の後方スイング速度が速い程、疾走速度が速いと結論した (1)。しかし、後方スイング速度という客観的分析結果をそのまま走るときの主観的動作感覚に持ち込み、後方（走る方向と反対方向）に向かって脚を引き戻す動作感覚（例えば、後方にひっかく感覚）で走ると、走スピードは上がらないのである。

動作はそうなっているのであるが、主体的にそうしているかどうかは別である。カール・ルイス選手を教えたトム・テレツコーチは、日本で行われた講習会で、脚の後方スイング速度を速くするには、上がってきた脚を真下に踏みつけるとよい、とアドバイスした。客観的事実としての脚の後方への動きを速くするには、真下方向へ踏み込むという動作感覚が対応するというのである。

ももを上げれば速く走ることができるというのは、ある意味で誤解である(1, 2)。ももを上げる筋肉（骨盤・脊椎と大腿を結ぶ腸腰筋）は、足が地面から離れた後、脚が股関節を中心に後方スイングから前方スイングに切り換わる局面で活動するが、その後のもも上げの局面では活動を休止する（図1）。筋活動がなくてもももが上がるのは、慣性の法則が働くからである。もも上げの局面では、神経系の働きは、ももを下ろす筋肉（太ももの後ろのハムストリングスやお尻の筋肉）に切り換っている（3）。このときに、ももを上げる指令を脳から筋へ送ると、スムーズな脚の回転は崩れてしまう。腸腰筋の活動は、筋が引き伸ばされたときに生じる伸張反射という自動運動が大きく関与するものと思われる。ももは、無意識で生じる腸腰筋の伸張反射活動と慣性の法則によって上がってくるのであって、意識的に上げるのではない。

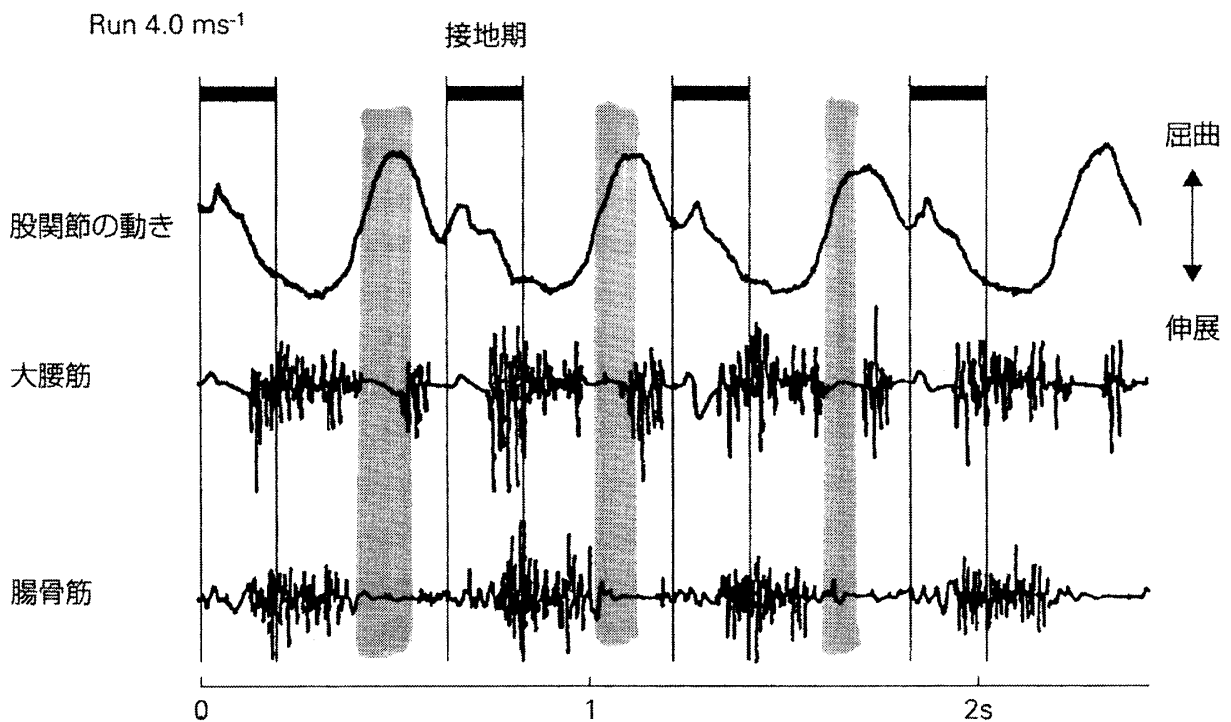


図1 毎秒4mの速度で走ったときの腸腰筋の筋電図活動

Andersson et al. Acta Physiol Scand, 161, 1997)

力学データも、もも上げ神話が誤解であったことを裏付ける。世界一流スプリンターが全力疾走しているときには、地面についていない方の脚（スイング脚）の太ももが高く上がっている。しかし、全力疾走時の股関節の関節トルク（筋の発揮した張力により生まれる関節回りの回転力のこと）を調べてみると、太ももを前方にスイングさせるフェイズの中盤あたりまでは股関節を屈曲させる

トルクを発揮しているが、後半は伸展トルクを発揮している（図2）。これはスイング期前半で大腿部を加速させ、後半で減速させていることを意味している。しかし他者の目には、減速して止まる局面（太ももが一番上がった局面）が目飛び込んでくるために、ももが高く上がっているということしか認識されない。肉眼では、動作が速すぎてどこまでが加速どこからが減速なのかは識別できない。ももを高く上げようとして、スイング期の後半まで股関節屈曲トルクを発揮すると、無駄な力が入って動作は遅くなり速く走ることは出来ない。実際にはスイング期の後半では股関節伸展トルクを発揮して、大腿部を減速させ、脚を振り下ろす動作の準備に入っているのである。

### 股関節トルク（屈曲/伸展）

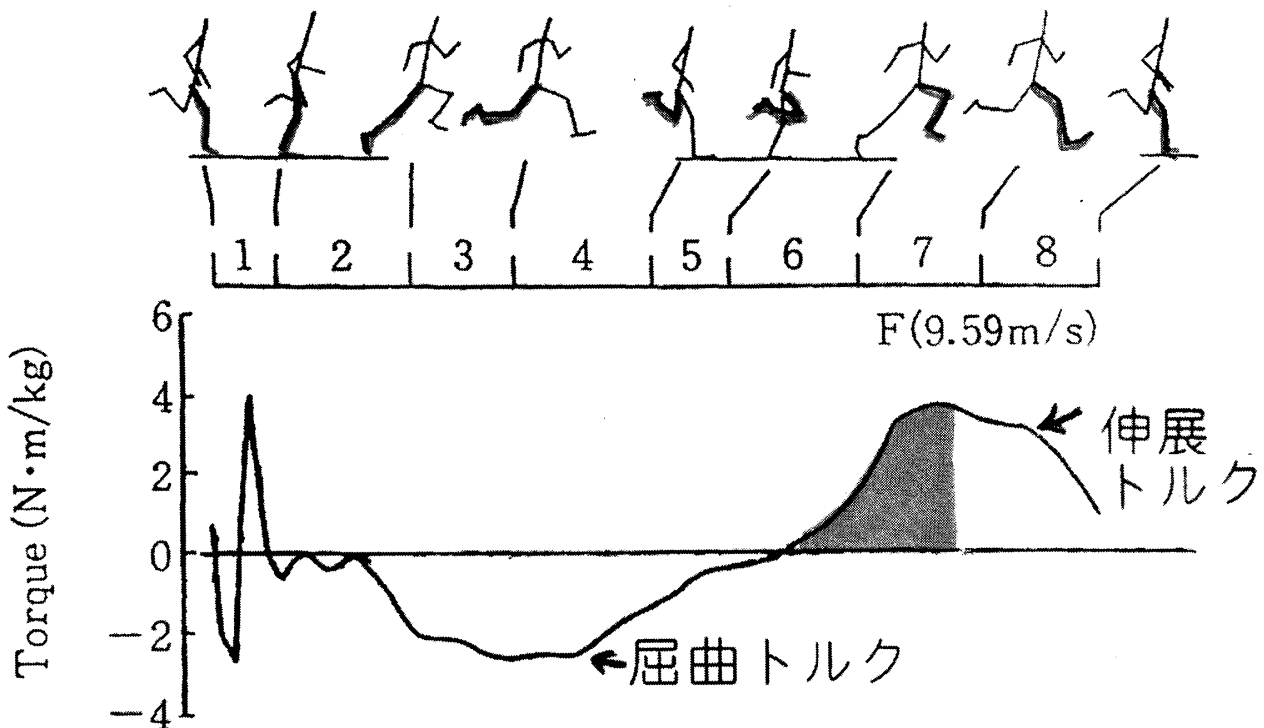


図2 疾走中の股関節の屈曲／伸展トルク (阿江通良、1986)

ももを高く上げれば速く走れると考えるのは、これまで一般常識であった。力学の常識が生活やスポーツにおける身体運動実践のなかでの常識になっていないことを意味している。学問が学問の中でしか理解されずに、そのエッセンスが日常に下りていない。大学における教養教育の問題もこのあたりに大いに関係がありそうである。研究者であり教育者である大学人が、自己の中で研究と教育の二面性をどうとらえるか、という問題とも関わってくる。

科学で言えたことを、そのまま運動をするときに直訳してしまうとまずいという話をしたが、運動生理学やバイオメカニクスなどのスポーツ科学は、陥りやすい錯覚、誤解に気づかせてくれる重要な役割を成す、ということも言える。運動を実践するときに、身体の中で起きている現象を総べて己の感覚で捉えることはできない。感覚は、個人によっても異なるものであり、個人内でも、日によって変化するものでもある。この意味において、スポーツにおいて科学の果たす役割は大きい。動作を客観的に把握しながら、感覚との対応をみながら、己の感覚を磨くことができる。

近年の脳科学（神経科学）の成果も目を見張るものがある。男子ハンマー投げの室伏広治選手が、80mの「壁」の手前でどうしても抜けられないスランプに陥った。苦悩の末に、自分の動作のビデオ観察をやめたと言う。穴が開くほど観てきたビデオ研究を、室伏選手は、何故やめたのか。やめて、どうしたのか。それは、ビデオに映った自分のフォームをくり返して観るうちに、いつの間にか目で観た形に囚われて、練習で獲得した彼独自の運動感覚を崩していたことに気がついたからである。眼で観た動作情報に囚われ、外から観たままに動作を行なおうとすることを、筆者は「視覚の虜（とりこ）」と呼んでいる。

自らが動くときだけでなく、他人の動きを見ているときも、脳の運動系が活動する。こうした脳細胞はミラーニューロンと呼ばれるが、最初マカクザルで発見され、その後、人間でも確認された（4）。他人の物をつかむ動作と腕の運動を観察しているときには、観察者がその動きに着目した部分に関連する大脳皮質運動野の活動が高まっていることが明らかになった。すなわち、腕の運動を観察する場合は、腕の筋肉に関連する大脳皮質運動野の活動は高まっているが、着目していない指の筋を支配する運動野の活動は高まらないのである。何気なく見ているつもりでも、他人の動作やビデオに映った自分の動作を観察する場合には、脳の中の身体がかってに活動しているのだ。

図3を御覧頂きたい。優れた投手の手指におけるスナップの動きに囚われて手指を観察した人は、手指の運動野を活動させてしまう(5)。まさに、人は他人の身体動作を自己の身体(脳の中の身体)で観察している。投手のリリース時における手指の微妙なスナップ動作は、体幹から末端に向かって流れてきた運動エネルギーが最後に手指に伝わり、引き伸ばされた手指の筋の伸張反射、および弾性エネルギーなどの作用も手伝って、無意識的に生じる動きである。手指と手首を屈曲させるスナップ動作自体を意識して行なおうとするのは、錯覚と言える。運動のどこを観るか。目の付け所はどこか。スポーツ実践に関わる者にとって、この問題は重大である。

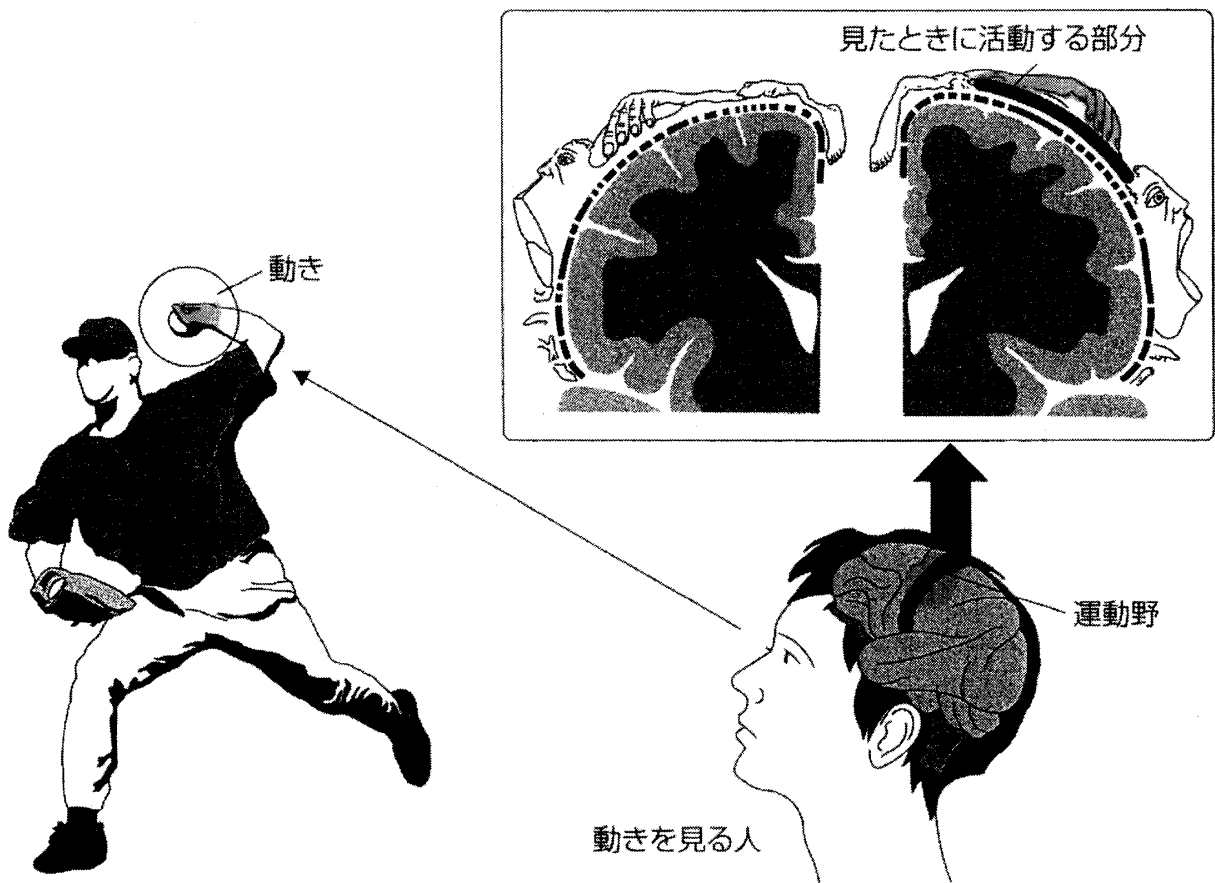


図3 見るだけで反応する運動系 (乾敏郎、日経サイエンス、1月号、2001)

様々に動作感覚を変えて運動を行ったときの中枢神経系の活動を記述する脳科学の知見は、人の運動実践における主観的世界を表す可能性がある。運動実践における主観的世界とは、運動実践時に用いる個人内の主観的運動プログラムと言い換えることも可能である。このような意味で、近年の脳科学が明らかにした知見は、スポーツを科学する研究者にも、スポーツを実践する立場のコーチや選手にも、根源的なヒントを与えてくれる。

## 2. 内力と外力

剣道の打突の写真(図 4)をご覧頂きたい。踵で踏む打突である。左足(後足)の拇指球で蹴って出てゆくよりも、踵を踏んで打突すると速く前に出ることができる(6)。構えから、前脚(右足)のつかえ棒をはずして倒れる力を使って蹴らずに出てゆくのが武術的な動作の特徴である。このとき、支持力中心点と身体重心を結んだ線分が地面となす角度が、踵で踏んだときの方が小さくなり、身体が倒れやすくなる。拇指球で支持すると素早くパワフルに打突できるように思われるが、それは努力感がそのように思わせるのである。この打突は、筋力を多く必要とし、動き始めるまでに準備動作が必要になり、動き出しを相手に読まれてしまう。拇指球で蹴らない踵打突、つまり、外的な力(重力)を利用した打突には、蹴って出る打突の欠点を克服する長所がある。

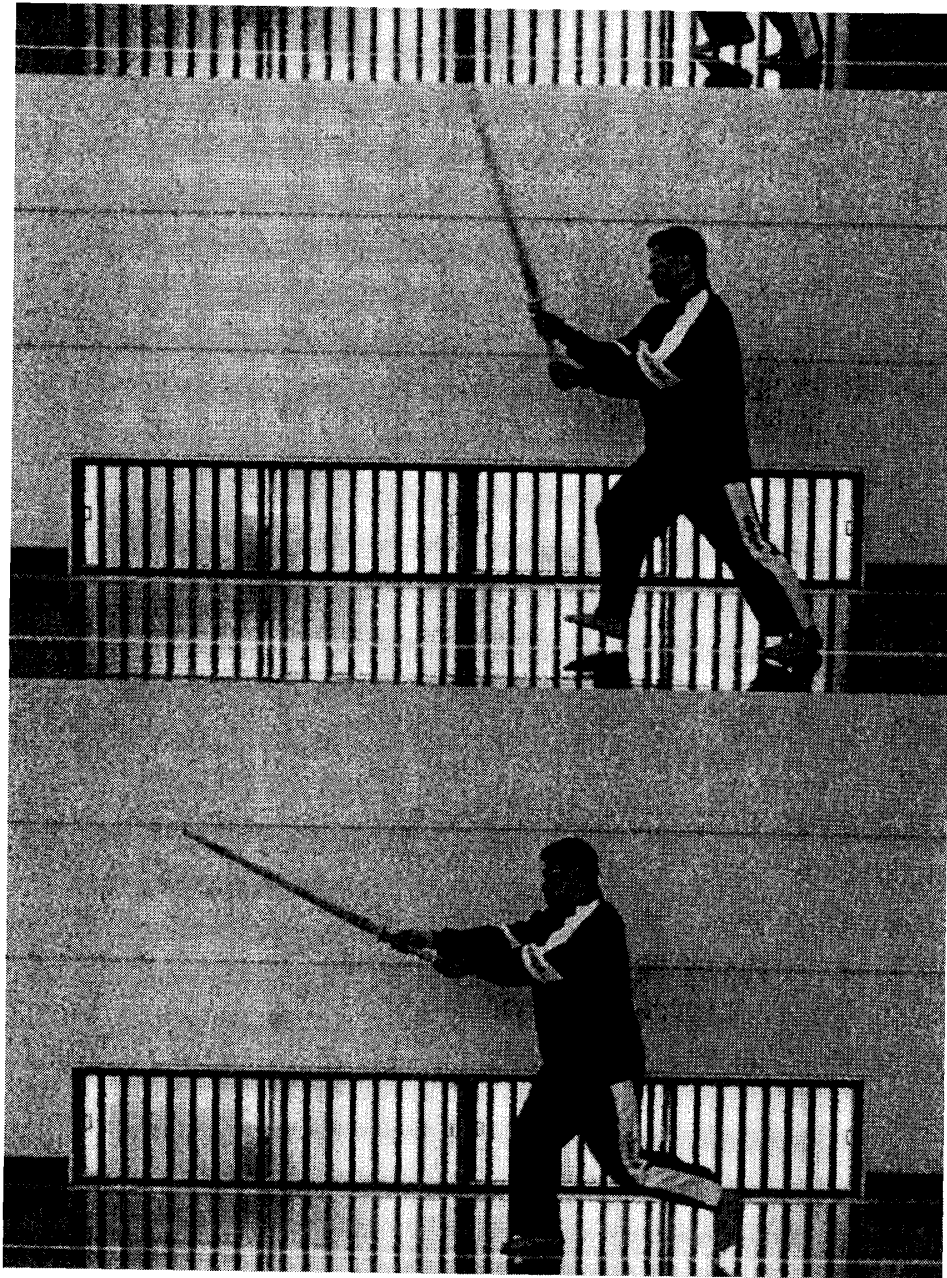


図4 踵で踏んで出る剣道の打突動作  
（「本当のナンバ常歩」、木寺英史、スキージャーナル社、2004）



バイオメカニクスの原理として、身体を動かす力は二つある。ひとつは、地球が引っばってくれる重力である。これを「外力」と言う。もう一つは、自分の中にある筋肉の力（筋力）である。これは、「内力」と言う。踵で踏む打突は、外力を上手に使っている。これまで、スポーツ科学もスポーツ現場も、内力（筋力）ばかりに注目するくらいがあった。重力を活用して、極力無駄な力を排除する武術がスポーツに使えるというのは、こうした意味においてであろう。

立位姿勢から走るときのスタートも同じである。重心点と支持点の位置の関係で、踵を上げてつま先で立つと、身体の見かけは前傾でも、支持点（つま先）の真上にあるので、力学的には前傾していない（図5）。その状態で重心を前に置いたまま、踵で踏んで支持点を後方の踵にずらすと、身体は前に倒れようとする。踵に荷重すると言とうと、お尻を後方に引いて身体重心も後方に下げてしまう人が多い。身体重心は前においたまま支持点を踵にするのである。このようにして動き出すと、身体の外にある外的な重力を使って走りだすので、非常に楽に進む。つま先立ちのまま、力学的に倒れていない状態から走り出すには、身体の中にある力（筋力）を使って始動しなければならない。この動きは、これまで学校体育で習ったつま先立ちから足首と膝を曲げて、筋力で蹴って出るスタートである。

## 身体を動かす力には二つある

### 1. 外力（重力）

### 2. 内力（筋力）

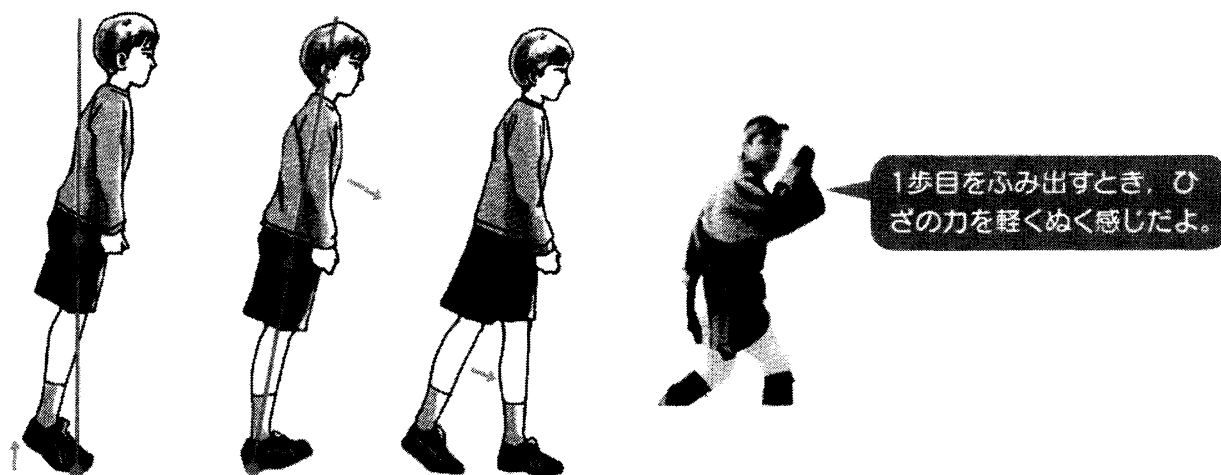


図5 踵を踏んで外力（重力）を利用して走り出す（「16年の科学」、10月号、2003）

力んで蹴って走る。このことは、日本人の常識になっているが、わが国のスポーツ、体育教育も、これからは力を入れる体育ばかりに目を向けずに、外力を利用する体育にも目を向ける必要がある。バスに乗っていて、前に倒れそうになったとき、我々は反射的に、つま先で踏ん張って、前への転倒にブレーキをかけて、立ち直る。踵を上げてつま先で踏ん張るのは、姿勢制御から言えば、前傾ではなく、前傾にブレーキをかけて立ち直るための後傾制御と言える。逆に、後ろに倒れそうになったときには、つま先を上げて踵で踏んで、前に倒れようとして姿勢制御を行なう。反射的な姿勢制御で考えると、つまり、体で考えると走りの原理が見えてくる。頭で考えると、過ってしまう。

2003年、パリで行なわれた世界陸上の男子200mで銅メダルを獲得した末續慎吾選手が、「なんば」で成果を上げたと報道された。実は、「なんば」の走り方も、上記のように、力をいれて進む走り方ではないと筆者は考えている。力んで蹴って走ると砂が崩れて足をとられてしまうので、末續選手は、好んで砂浜で走るトレーニングを行なったという。蹴って走ると上下移動が大きくなって無駄が生じる。重心の上下動を最小限に抑えた走りを実現するには、地面についている支持脚側の腰を前に出すのである。このとき、着地脚の膝を伸ばして蹴るのではなく、一瞬膝を抜くようにして、支持脚側の腰を前に出すのである。

これまでの走り方では、これから前に出す宙に浮いた足（遊脚）側の腰を前に出していた。この動きでは、どうしても支持脚で蹴る動作になってしまう。しかし、末續選手は、相撲の摺り足などの動作感覚から学んで、支持脚側の腰を前に出して、その腰に引っ張られるようにして、遊脚側の腰が前に出てゆく動きに磨きをかけていった。支持脚側の腰が前に出てゆくときに、同じ側の腕も前に出てゆく。浮いた脚と同じ側の手が同時に出るのが「なんば」ではなく、地面についた脚と同側の手が一緒に前に出てゆくのが「なんば」である。末續選手の今後に期待したい。第二第三の末續選手が出てくることを期待している。

### 3. 対立と対応

客観の世界と主観の世界は一致するのか、しないのか。この二十年、ラグビーコーチや体育実技を教える体育教師と、スポーツ科学の研究者の間を往き来しながら、このことがいつも抜き差しならない問題として筆者を苦しめていた。生きがいの落としどころをどちらに持っていたらいいのかで悩んでいたとも言える。古来より、哲学者の頭を悩ませていた問題でもある。

客観世界のなかには、主観世界は入り込めず、二つは不一致である。大脳皮質、頭脳で考えると、主観と客観は一致しない。科学の素晴らしさを思う瞬間に、感覚や主観のあやふやさを否定してしまう自分がいた。また、スポーツ動作の刹那において有効なのは感覚性しかない。このことを思うあまり、科学の価値を認めまいとする自分も同時に存在した。二つの自分が対立しあって動きがとれない状態であった。しかし、ある日、小学生向けの理科図鑑を眺めていて驚いた。磁石のSとNの両極性である。人間がSかNの片方だけにしようとして、磁石の真中で磁石を切断したとしても、結局、必ずN極とS極からなる磁石ができてしまう。何回切っても、いくら磁石を小さ

くしても、磁石の端には必ずN極とS極が表れてしまい、N極だけやS極だけの磁石はできない。筆者は、これだー！と思わず心の中で叫んだ。こういうものなのだ。

客観的にとらえた動きが、感覚を会得することによって実際にグランドで実現できたとき、それこそが主客が一致した瞬間ではないか。こう思うようになった。片方を切り捨てようとするのはやめよう。頭のなかで無理に一致させる必要もない。主観と客観の間を行き来する運動(過程)こそが、重要ではないかと思えてきたのである。主観と客観は、互いにずれていて一致する。二つは、まさに、このような両義性のなかにあると考えた(7)。

筆者は、大学院も学部も、学術の総合を求めて出来た部局に所属している。総合人間学部の学部科目である総合人間学を求めてという授業の世話人をして、多くの教員の方々や学生諸君と議論してきた。いつもそうだが、結局、学問と学問の融合は難しいという結論に達してしまう。しかし、壁を隔てて存在する多方面の自然科学領域の研究者が、こうした自分自身の主観のなかで感じた驚きや歓びを元に科学の本質を語ってゆくと、学問と学問の壁が崩れることなく、しかも、壁と壁の底に共通して存在する何らかの真理が見えてくるように思えるのは私だけであろうか。異なる領域の研究者が、学問、科学を自己の主観との対応のなかで語るようになると、学問と学問のつながり、異なる研究領域の間の掛け橋がみえてくる。総合大学である京都大学の今後の進むべき一つの方向がそこにあるように思われる。その意味で、今回、村瀬雅俊先生が企画された京都大学基礎物理学研究所の学際的な研究会の趣旨は実に素晴らしいと言える。

生理学的知見やスポーツに関する科学は、その知見そのものを直接的にスポーツ現場に適用する応用科学、実用科学として役に立つこともあるが、そればかりでなく、科学的知見の本質を読みとり、その本質をスポーツの場に翻訳する(置き換える)ことでその意義が見えてくることもある。直接役に立たないが、そのなかにある本質、原理を日常の生活やスポーツ活動に生かすことができるのである。自然界から学ぶことを自然科学というのであれば、科学的なトレーニングとか科学的な練習というのは、科学データに直接裏づけられたトレーニングという意味だけではない。自然界の中にある本質を生かしたコンセプトで行うトレーニングという意味も含まれるはずだ。

このような科学の生かし方は、ものごとの本質的な原理をくみ取るのであるから、そこから多様に発展する可能性を秘めている。研究の中にあることが、スポーツの中にあり、スポーツで感じたことが、研究の着眼点となる。これまで対立していた研究とスポーツが、互いに対応する関係にみえてきて、楽しくなってきたのである。ラグビーのコーチをあっさりやめて、学問、科学の世界に身を置いてみようと思うことができたのも、このときである。スポーツ選手の動きを科学の枠の中で出したデータの反対側には、感覚の極がペアーとして付帯しているのである。研究に身をおいてやめたつもりのラグビーも、やめたことにはなっていなかった。

主観と客観、対のうちのどちらがSでどちらがNかは分からない。しかし、いずれもペアーとして存在していると考ええることで、お互いの関係を考えてゆけば、何か新しいことが見えてくる。どちらが大切か、どちらが正しいのかと二者択一の価値観で苦しんでいた時代に別れをつけることになってきた。主観を変えたら、もう片方の客

観はどのように変化するのだろうか。外から観た動きが違う選手では、両者の主観に何らかの違いがある筈だ、と思うようになった。客観的世界と主観的世界の二つは、互いに異なる別々の世界を成している。二つの世界は別々の世界であるから、一方から他方へ越境するときには、翻訳が必要になる。二つの世界のずれを認識し、二つの世界の対応を考え、互いをどう結ぶのか。筆者は、主観と客観のずれをずれとしてそのまま受け入れ、互いの対応を考える学術領域の開拓に取り組むようになった (7)。

主観を生かして客観を生かす。客観を生かして主観を生かす。両者を対立させて仲違いするも、対応させて共存させるも、人間の心次第である。対応と対応、それ自体も、ずれていて一致するという両義性のなかにある。そう思うと、一筋のあたたかい光が差し込んでくるような気がしたのである。

#### <文献>

1. 小田伸午: バイオメカニクス研究, 2: 56-62, 1998.
2. 小田伸午: 身体運動における右と左 筋出力における運動制御メカニズム、京大学術出版会、京都、1998.
3. Andersson EA et al.: Acta Physiol Scand, 161: 361-370, 1997.
4. Fadiga et al.: J Neurophysiol, 73: 2608-2611, 1995.
5. 乾敏郎: 日経サイエンス, 1: 28-31, 2001.
6. 木寺英史: "常歩"で行なう剣道、剣道日本、6月号、46-51、2003.
7. 小田伸午: 運動科学 アスリートのサイエンス、丸善、東京、2003.